

Recenzja rozprawy doktorskiej
pt.
Computing multidimensional semantic similarity in
ontologies

Autor rozprawy: *mgr inż. Paweł Szmeja*

Recenzent: *dr hab. inż. Radosław Katarzyniak, prof. ucz.*
Katedra Informatyki i Inżynierii Systemów
Wydział Informatyki i Zarządzania, Politechnika Wrocławska

Wrocław, dnia 19 kwietnia 2021

1 Uwagi wstępne

1.1 Formalna podstawa oceny

Recenzję przygotowano w związku z pismem Dyrektora Instytutu Badań Systemowych PAN (z dnia 11 stycznia 2021 r.) w sprawie realizacji uchwały powołującej recenzentów w przewodzie doktorskim mgr. inż. Pawła Szmeji.

Przewód doktorski został wszczęty w dziedzinie: **nauki inżynieryjno-techniczne** i dyscyplinie: **informatyka techniczna i telekomunikacja**.

1.2 Rozprawa doktorska

Rozprawę doktorską przedstawiono w postaci zwartego manuskryptu. Rozprawa została napisana w języku angielskim, liczy 127 stron, oprócz wprowadzenia i rozdziału podsumowującego zawiera cztery rozdziały merytoryczne, bibliografię, indeksy tabel i rysunków oraz obszerny załącznik związany z narzędziem informatycznym stanowiącym element ocenianego dorobku doktorskiego.

2 Ocena merytoryczna rozprawy

2.1 Ogólna charakterystyka obszaru rozprawy

W szerszej perspektywie rozprawa dotyczy problematyki związanej z modelowaniem aktywności poznawczej podmiotów wiedzy polegającej na porównywaniu obiektów, zarówno materialnych jak i abstrakcyjnych, a następnie wyrażaniu rezultatu porównania w formie intuicyjnie rozumianej kategorii podobieństwa.

W węższej perspektywie w rozprawie rozwiązywane jest zadanie polegające na opracowaniu i weryfikacji oryginalnego i obliczeniowo zorientowanego (meta-) modelu wie-

lowymiarowej dekompozycji i definiowania numerycznej wartości funkcji podobieństwa. Docelowy (meta-) model określać ma funkcjonalność i strukturę uniwersalnej platformy programistycznej wspierającej analizę, projektowanie i implementację inteligentnych systemów informatycznych - w szczególności modułów tych systemów korzystających z wyników porównywania obiektów.

Z punktu widzenia ogólnej teorii podobieństwa tematyka rozprawy mogłaby zostać uznana za dobrze ugruntowaną w aktualnym stanie wiedzy, należy jednak podkreślić, że stan ten dotyczy obszarów innych niż nauki inżynieryjno-techniczne i ścisłe. Doświadczenie praktyczne w obszarze współczesnej informatyki stosowanej zmusza bowiem do stwierdzenia, że efektywne i zgodne z oczekiwaniami użytkowników zastosowanie w kontekstach technicznych zdroworoządkowo interpretowalnych modeli podobieństwa nadal stanowi spore wyzwanie i wymaga pogłębionych prac badawczych i rozwojowych. Aktualny dorobek informatyki technicznej w zakresie modelowania i przetwarzania kategorii podobieństwa charakteryzuje się bardzo dużą różnorodnością istniejących propozycji teoretycznych oraz ciągłym wzrostem zapotrzebowania na konstruowanie nowych modeli podobieństwa, przy jednoczesnym, uciążliwym dla praktyków, braku efektywnych instrumentów wspierających analizę, projektowanie i weryfikację narzędzi obliczeniowych porównujących rzeczywiste obiekty materialne i abstrakcyjne w sposób zgodny z intuicją poznawczą człowieka.

Analiza argumentacji przedstawionej w ocenianej rozprawie pozwala stwierdzić, że istotną przesłanką wyboru tematu rozprawy było doświadczenie własne Kandydata w zakresie analizy, projektowania i implementacji rzeczywistych systemów informatycznych implementowanych z wykorzystaniem narzędzi do semantycznej reprezentacji i przetwarzania wiedzy (np. RDF, OWL, Semantic Web). Wymienione etapy tworzenia systemów informatycznych, jeżeli dotyczą mechanizmu porównywania obiektów i przez praktyka traktowane są z należytą dbałością o zbieżność zachowań docelowego mechanizmu obliczeniowego ze zdroworoządkowo ugruntowanymi wymaganiami funkcjonalnymi, zmuszają do poważnego skonfrontowania istniejących propozycji teoretycznych ze złożonością kategorii podobieństwa oraz poszukiwania pozatechnicznych inspiracji i odniesień. Odniesienia tego typu są widoczne w ocenianej rozprawie doktorskiej, co należy uznać za jej istotny walor.

Podjęty przez Kandydata problem, wbrew częstemu i niesłusznemu pogładowi praktyków, nadal pozostaje poznawczo interesujący, jest teoretycznie złożony i praktycznie ważny w kontekście rzeczywistych zadań analizy, modelowania i projektowania systemów sztucznej inteligencji, systemów zarządzania wiedzą i systemów analizy danych.

2.2 Cele i teza rozprawy

Głównym celem rozprawy jest opracowanie uniwersalnego schematu dekompozycji miar podobieństwa na składowe, które odpowiadają poszczególnym wymiarom (perspektywom) porównywania obiektów i wymagają korzystania z odmiennych co do natury mechanizmów konceptualnych i obliczeniowych.

Opracowanie efektywnego i uniwersalnego schematu dekompozycji pojęcia podobieństwa miałyby istotne znaczenie dla metodologii tworzenia narzędzi obliczeniowych służących do porównywania obiektów, w szczególności:

- wspierało systematyczną analizę cech podobieństwa pożądaných w konkretnych kontekstach praktycznych,
- ułatwiało projektowanie numerycznych miar tego podobieństwa,
- ułatwiało implementację i weryfikację algorytmów obliczania wartości miar,

- pozwalało na systematyczną analizę porównawczą istniejących modeli podobieństwa.

Cel główny rozprawy zdekomponowany został na trzy cele szczegółowe:

1. analizę postulatów dla procedury definiowania miar podobieństwa, uwzględniającą fakt, iż w rzeczywistych kontekstach porównywanie obiektów realizowane jest równocześnie w kilku wymiarach konceptualnych, mających następnie wpływ na ogólną (zagregowaną) wartość miary podobieństwa, z dodatkowym założeniem, że docelowy wielowymiarowy schemat podobieństwa powinien pozwalać na dekompozycję i interpretację jak najszerszej kolekcji miar podobieństwa aktualnie wykorzystywanych w systemach informatycznych;
2. opracowanie narzędzia informatycznego do wyznaczania wartości miar podobieństwa, działającego zgodnie z zaproponowanym modelem wielowymiarowej dekompozycji podobieństwa, z dodatkowym założeniem, że narzędzie powinno zostać zdefiniowane na poziomie konceptualnym uniezależniającym je od konkretnych domen aplikacyjnych, w tym w szczególności od konkretnych modeli struktur danych i metod reprezentacji wiedzy;
3. zaprojektowanie i realizację prototypu zdefiniowanego narzędzia informatycznego oraz weryfikację jego siły deskrypcyjnej poprzez konstrukcję przypadków użycia, dla klasy systemów informatycznych implementowanych z wykorzystaniem wybranego narzędzia (wybranych narzędzi) semantycznej reprezentacji wiedzy.

Osiągnięcie pierwszego celu szczegółowego wymaga przeprowadzenia prac badawczych, natomiast osiągnięcie drugiego i trzeciego celu szczegółowego wymaga jednoczesnego przeprowadzenia prac o charakterze badawczym i rozwojowym.

Teza jest obecna w ocenianej rozprawie w sposób niejawną i dotyczy możliwości zredukowania dystansu pomiędzy współczesnymi narzędziami służącymi do definiowania i przetwarzania tzw. semantycznych reprezentacji obiektów w bazach wiedzy systemów informatycznych, a narzędziami przetwarzania tych reprezentacji. Teza dowodzona jest etapami poprzez realizację zaproponowanych celów szczegółowych.

2.3 Zawartość rozprawy i realizacja sformułowanego celu

Realizację celu doktorskiego Autor rozpoczął we *Wprowadzeniu* od szczegółowego omówienia i jakościowej oceny różnicy zachodzącej pomiędzy poziomem zaawansowania dostępnych narzędzi obliczeniowych, służących do porównywania obiektów i wyrażania wyniku tego porównania z użyciem kategorii pojęciowej podobieństwa, a siłą deskrypcyjną narzędzi wykorzystywanych do semantycznej reprezentacji obiektów w systemach informatycznych. Podsumowując przeprowadzoną argumentację, wyraźnie wspartą własnym doświadczeniem praktycznym i szeroką znajomością narzędzi reprezentacji wiedzy, Autor wskazał na istniejący i dla praktyków trudny do zaakceptowania rozdźwięk pomiędzy konceptualną prostotą przeanalizowanych narzędzi obliczeniowych służących do porównywania obiektów, a względnie dużą dokładnością deskrypcyjną narzędzi do semantycznego opisu (reprezentacji) obiektów.

Integralną część rozdziału pierwszego stanowi przegląd najważniejszych pojęć i symboli logiki deskrypcyjnej oraz języka OWL, obejmujący swoim zakresem pojęcia i symbole wykorzystywane w rozprawie.

Rozdział drugi Autor poświęcił przeprowadzeniu analizy aktualnego stanu wiedzy w obszarze obliczeniowo ukierunkowanych modeli podobieństwa oraz przedyskutowaniu natury tych modeli pod kątem możliwości ich integracji w ramach wielowymiarowego (meta-) modelu, który korespondowałby z instrumentarium pojęciowym wykorzystywanym przez praktyków podczas analizy, projektowania i weryfikacji narzędzi obliczeniowych służących do porównywania obiektów.

Uwzględnione modele podzielone zostały na pięć grup (podrozdziały 2.1.1-2.1.5). Modele należące do każdej z pierwszych czterech grup, w ramach każdej z nich charakteryzują się zbliżonymi zestawami kryteriów uwzględnianych podczas porównywania obiektów. Rozdział 2.1.5 zawiera przykłady modeli podobieństwa, które w sposób jednoznaczny trudno zaliczyć do grup omówionych w podrozdziałach 2.1.1-2.1.4.

Zaproponowanego przeglądu nie można uznać za kompletny w tym sensie, że w rozprawie nie wymieniono wielu popularnych i często stosowanych miar podobieństwa. Kompletność argumentacji Autor uzyskał wskazując dla każdej z pierwszych czterech grup modeli odpowiadający jej model reprezentatywny.

Ważną część rozdziału drugiego stanowi przegląd i omówienie dostępnych narzędzi obliczeniowych, służących do oceny podobieństwa obiektów i zaimplementowanych z użyciem konkretnych języków i środowisk programistycznych.

Rozdział trzeci (pt. *Wymiary podobieństwa semantycznego*) podzielić można na dwie części.

Pierwszą część rozdziału stanowi podrozdział 3.1 bez fragmentu wyróżnionego podtytułem *dimensions as mappings*, w której Autor wskazał w jaki sposób rozumie oryginalność i pragmatyczne znaczenie zaproponowanego przez siebie schematu dekompozycji kategorii podobieństwa. Ocena sformułowana została w następującym fragmencie tekstu rozprawy, stanowiącym podsumowanie argumentacji przeprowadzonej we wcześniejszych fragmentach dysertacji:

"The dimensional approach differs from what is described above, mainly by the fact, that it is presented on a higher level of abstraction, independent of any particular data format, language, domain, or similarity model. To put it succinctly: it deals with similarity directly, and therefore encompasses similarity in any domain and in any model. It starts from explanation of the nature and meaning (semantics) of the dimensions under consideration, and from that builds a scaffolding onto which existing measures may be set to classify them (although classification of measures is not the main goal here.)"(str. 36).

Druga część rozdziału trzeciego zawiera kolejno:

- ogólne omówienie idei dekompozycji podobieństwa na podwymiary (fragment oznaczony podtytułem *dimensions as mappings*),
- omówienie najważniejszych składowych wymiarów podobieństwa (podrozdział 3.2),
- prezentację przykładów zastosowania schematu dekompozycji podobieństwa na wybrane wymiary (podrozdziały 3.3-3.4).

W tabeli 3.1 Autor zestawiał wymiary podobieństwa zaproponowane i przedyskutowane w rozdziale 3.

Rozdział czwarty Autor poświęcił prezentacji tzw. algorytmu (wyznaczania) podobieństwa i jego modyfikacji. Algorytm rozumiany jest jako realizacja zaproponowanego wcześniej oryginalnego (meta-) schematu dekompozycji podobieństwa na definiujące to podobieństwo wymiary szczegółowe. Celem rozdziału czwartego było, po pierwsze, zaprezentowanie kluczowych struktur danych i procesów obliczeniowych koniecznych do rzeczywistego zrealizowania założeń zaproponowanego podejścia w przykładowym narzędziu informatycznym, po drugie, zweryfikowanie zaproponowanego podejścia do dekompozycji

podobieństwa.

Weryfikacja oryginalnej propozycji doktorskiej przyjęła postać jakościowej oceny deskrypcyjno-obliczeniowych możliwości konkretnego narzędzia informatycznego zrealizowanego zgodnie z postulatami opracowanego schematu dekompozycji.

Rozdział piąty poświęcony został omówieniu wybranych kwestii o charakterze projektowym i implementacyjnym, w tym zagadnieniom powiązanych z wykorzystywanymi przez Autora w rozprawie narzędziami i metodami semantycznej reprezentacji wiedzy o obiektach. Zagadnienia szczegółowe omawiane w rozdziale piątym charakteryzują się różnymi zakresami przedmiotowymi i różnymi poziomami szczegółowości, traktowane jako całość i interpretowane z punktu widzenia pragmatyki inżynierii oprogramowania oraz inżynierii wiedzy pozytywnie weryfikują ogólną siłę deskrypcyjną wielowymiarowego schematu dekompozycji i specyfikacji miar podobieństwa.

Integralną część rozprawy stanowi załącznik zawierający definicję biblioteki będącej elementem systemu informatycznego zaimplementowanego w ramach ocenianego przedsięwzięcia doktorskiego.

3 Ocena przedłożonego dorobku, umiejętności prowadzenia badań i poziomu wiedzy teoretycznej w zakresie tematu rozprawy

Konkluzja sformułowana przez Autora we *Wprowadzeniu* jest co do treści zgodna z poziomem rozwoju obszaru współczesnej inżynierii wiedzy, w którym do definiowania zawartości baz wiedzy systemów informatycznych wykorzystywane są tzw. semantyczne narzędzia specyfikacji i przetwarzania reprezentacji obiektów. W obszarze tym intensywnemu rozwojowi narzędzi i koncepcji takich, jak np. RDF, SPARQL, OWL, Semantic Web, Linked Open Data, nie towarzyszyły równie zaawansowane prace nad metodami i modelami przetwarzania semantycznie reprezentowanej wiedzy o strukturze i stanach rzeczywistych obiektów materialnych i abstrakcyjnych. W konsekwencji w chwili obecnej mamy do czynienia z sytuacją, w której reprezentacje obiektów w bazach wiedzy systemów informatycznych stały się z punktu widzenia ich rzeczywistych odpowiedników bardziej kompletne, realnie bardzo złożone, w ramach tej samej bazy wiedzy obejmować mogą zarówno strukturalną organizację wewnętrzną opisywanych obiektów, ich istotowe cechy pozastrukturalne, cechy wynikające z relacji opisywanych obiektów z innymi obiektami zewnętrznymi (w tym ich umiejscowienie w różnorodnych taksonomiach) oraz elementy leksykalnej warstwy powiązanej z opisywanymi obiektami, czyli społeczny wymiar ich użycia. Natomiast istniejące narzędzia obliczeniowe pozostały na poziomie zorganizowania i rozwoju, który nie jest odpowiedni dla efektywnego przetworzenia semantycznie wzbogaconego i wielowymiarowego opisu obiektów.

Szczegółowa analiza dorobku przedstawionego w przedłożonej do oceny rozprawie doktorskiej upoważnia do stwierdzenia, że przesłanką do zdefiniowania problemu doktorskiego rozwiązywanego przez Autora było wynikające z praktyki doświadczenie w zakresie analizy, modelowania i realizacji zadań porównywania reprezentacji obiektów w systemach informatycznych, implementowanych głównie z wykorzystaniem semantycznych narzędzi reprezentacji i przetwarzania wiedzy. Fakt ten należy uznać za ważny w związku z kategoryzowaniem ocenianego dorobku doktorskiego w dziedzinie: *nauki inżynieryjno-techniczne* i w dyscyplinie: *informatyka techniczna i telekomunikacja*.

Za nadrzędny, użyteczny cel ocenianej rozprawy doktorskiej uznać należy postulat zredukowania dystansu pomiędzy poziomem szczegółowości semantycznych reprezentacji

obiektów w bazach wiedzy współczesnych systemów informatycznych, a względnie niskim poziomem konceptualnego różnicowania modeli i narzędzi informatycznych służących do oceny relacji pomiędzy obiektami i następnie reprezentowania (wyrażania) tej relacji za pomocą numerycznych miar podobieństwa. Niejawnie przyjętą tezę rozprawy jest założenie o możliwości redukcji zakresu wspomnianych różnic poprzez zaproponowanie odpowiedniego (meta-) modelu dekompozycji i definiowania numerycznych miar podobieństwa z wykorzystaniem predefiniowanej i względnie kompletnej kolekcji tzw. wymiarów podobieństwa.

Cel nadrzędny Kandydat zdekomponował na trzy cele szczegółowe wymagające, dla pierwszego celu szczegółowego, przeprowadzenia prac badawczych podsumowanych sformulowaniem oryginalnego modelu wielowymiarowej dekompozycji procesu porównywania obiektów oraz, dla drugiego i trzeciego celu szczegółowego, zrealizowania prac badawczo-rozwojowych polegających na zaprojektowaniu, implementacji i weryfikacji prototypu konkretnego i względnie złożonego narzędzia informatycznego (platformy implementacyjnej) realizującego założenia zaproponowanego modelu wielowymiarowego.

Cel nadrzędny i cele szczegółowe wypełniają zwyczajowe i formalne wymagania stawiane tematowi rozpraw doktorskich w dziedzinie: nauki inżynierijno-techniczne i dyscyplinie: informatyka techniczna i telekomunikacja.

Realizując pierwszy cel szczegółowy Kandydat przeprowadził badanie polegające na systematycznej analizie treści i natury znanych w literaturze przedmiotu modeli podobieństwa, zrealizował ich porównanie i przedstawił satysfakcjonującą co do poziomu szczegółowości i zakresu jakościową ocenę natury i siły deskrypcyjnej tych modeli oraz podsumował rozważania w postaci oryginalnego i technicznie zorientowanego (meta-) modelu wielowymiarowej dekompozycji i definiowania miar podobieństwa. Argumentacja przedstawiona w rozprawie w związku z realizacją pierwszego celu szczegółowego pozwala stwierdzić, że **Kandydat posiada kompetencje badawcze, w szczególności w zakresie związanym z analizą i modelowaniem złożonych procesów przetwarzania wiedzy oraz z definiowaniem i weryfikacją oryginalnych narzędzi informatycznych z obszaru sztucznej inteligencji i inżynierii wiedzy.**

W uzupełnieniu należy podkreślić, że realizując pierwszy cel szczegółowy Kandydat odwołał się do zestawu pojęć powiązanych z pozatechniczną interpretacją kategorii podobieństwa, uznając tym samym w sposób w pełni uprawniony znaczenie, jakie dla rozwoju współczesnej inżynierii wiedzy mają modele podobieństwa formułowane poza dziedziną nauk inżynierijno-technicznych.

Realizując drugi i trzeci cel szczegółowy, w sposób zaproponowany w rozprawie, Kandydat dowiódł umiejętności prowadzenia zaawansowanych badań stosowanych w obszarze inżynierii oprogramowania, sztucznej inteligencji i inżynierii wiedzy, wykazując przy tym dużą swobodę w praktycznym korzystaniu z tzw. semantycznych narzędzi reprezentacji i przetwarzania wiedzy w systemach informatycznych.

Weryfikacja oryginalnego modelu dekompozycji podobieństwa i powiązanego z nim narzędzia informatycznego zrealizowana została w ocenianej rozprawie poprzez względnie szeroką, jakościową analizę konkretyzacji modelu i obiektu informatycznego (na różnych poziomach ich uszczegółowienia).

Zaproponowany sposób i zakres weryfikacji modelu i narzędzia informatycznego jest co do natury właściwy i co do zakresu satysfakcjonujący dla przedsięwzięć doktorskich kategorizowanych w dziedzinie: nauki inżynierijno-techniczne i dyscyplinie: informatyka techniczna i telekomunikacja.

W podsumowaniu oceny merytorycznej stwierdzam, że:

1. przedstawione rezultaty prac badawczych i badawczo-rozwojowych stanowią dobrze

zintegrowaną całość, którą należy interpretować jako zadawalające co do zakresu i treści oryginalne osiągnięcie doktorskie Kandydata w zakresie analizy i syntezy złożonych obiektów informatycznych;

2. sposób realizacji zaproponowanego celu głównego i powiązanych z nim celów szczegółowych dowodzi umiejętności Kandydata do rozwiązywania oryginalnych problemów badawczych i badawczo-rozwojowych w dyscyplinie: *informatyka techniczna i telekomunikacja*;
3. przeprowadzona argumentacja, zastosowane narzędzia teoretyczne oraz wskazane odniesienia literaturowe dowodzą szczegółowej wiedzy Kandydata w zakresie tematu ocenianej rozprawy doktorskiej;
4. stanowiący integralną składową rozprawy, częściowo zaimplementowany obiekt informatyczny dowodzi kompetencji Kandydata w obszarze projektowania i implementacji rzeczywistych, złożonych i oryginalnych obiektów inżynierijno-technicznych.

4 Uwagi i pytania do merytorycznego zakresu pracy

Poniższe uwagi odnoszą się do zakresu merytorycznego pracy. Należy je traktować wyłącznie jako kwestie skierowane do Kandydata, dotyczące ewentualnego pogłębienia pewnych wątków dysertacji lub ich skomentowania na dalszych etapach przewodu doktorskiego.

1. Za zbyt zawężające uważam użycie w tytule rozprawy terminu *podobieństwo semantyczne*. Z analizy całości przedstawionej argumentacji wynika bowiem, że w proponowanym modelu podobieństwo jest w istocie rzeczy rozumiane przez Kandydata w sposób ogólny tzn. jako kategoria podsumowująca rezultaty porównania rzeczywistych obiektów materialnych i abstrakcyjnych w poszczególnych (konceptualnych) wymiarach ich postrzegania (doświadczenia). W takim ujęciu dodatkowe terminy określające podobieństwo (np. podobieństwo strukturalne, funkcjonalne, itp.) powinno być stosowane raczej w odniesieniu do poszczególnych wymiarów, na które ogólnie rozumiane podobieństwo obiektów jest dekomponowane. Nie można wykluczyć, że użycie zawężającego określenia *podobieństwo semantyczne* ma związek z praktycznymi doświadczeniami Kandydata w zakresie analizy, projektowania i implementacji tzw. semantycznych systemów informatycznych. Ten związek jest oczywiście ważny, ale zdaniem recenzenta nie powinien przysłać faktu, że przeprowadzone przez Kandydata rozważania wnoszą dodatkowy wgląd teoretyczny i metodologiczny w obszar analizy, projektowania i implementacji szerszej klasy systemów informatycznych.
2. W artykule *M.-J. Lesot, M. Rifqi, H. Benhadda, Similarity measures for binary and numerical data: a survey. International Journal of Knowledge Engineering and Soft Data Paradigms, 2009, vol.1, no.1, pp. 63-84.*, który w rozprawie nie został uwzględniony w cytowanej literaturze, autorzy przedstawili analizę porównawczą miar podobieństwa służących do opisu wyniku porównania obiektów reprezentowanych skończonymi zbiorami cech binarnych. W artykule tym autorzy uwzględnili także podział miar podobieństwa na podobieństwa typu 1 i typu 2. Czy zaproponowany w rozprawie model dekompozycji podobieństwa wraz z aktualnie omówioną przez Kandydata listą wymiarów wystarczają do przeprowadzenia efektywnej dekompozycji i zdefiniowania w ramach omawianego schematu podobieństw typu 2?
3. Podjęcie wysiłku badawczego i projektowego polegającego na uwzględnieniu idei wymiarów doświadczenia rzeczywistych obiektów w funkcjonalnej strukturze konkretnego narzędzia informatycznego wspierającego proces analizy, projektowania

i realizacji numerycznych miar podobieństwa należy bez wątpliwości ocenić jako ważne i zasługujące na uznanie. Pewien niedosyt odczuwa się jednak oceniając zaproponowane przez Kandydata omówienie samej idei wymiaru podobieństwa. W szczególności, za interesującą kwestię teoretyczną, o ewentualnych konsekwencjach natury praktycznej dla zaproponowanego schematu dekompozycji podobieństwa, uznać można istnienie naturalnej hierarchii porządkującej zbiór wymiarów podobieństwa. Analiza rzeczywistych procesów poznawczych pokazuje bowiem, że niektóre z wymiarów doświadczenia (percepcji) rzeczywistych obiektów materialnych i abstrakcyjnych w porządku poznawczym wydają się być ważniejsze i jako takie powinny mieć większy wpływ na rozróżnianie obiektów między sobą. Widać to dość wyraźnie na przykładzie modeli, w ramach których podjęto próbę zdefiniowania autonomicznych procesów ekstrakcji przez systemy sztuczne tzw. kategorii poziomu podstawowego. W procesach tych niektóre składowe podobieństwa grupowanych obiektów mają wyraźnie większe znaczenie od innych. Oznacza to, że postulowana w rozprawie ortogonalność wymiarów podobieństwa może wymagać pogłębionej refleksji teoretycznej. W mojej ocenie poznawczo wartościowym kierunkiem dalszych prac mogłoby być podjęcie przez Kandydata próby teoretycznego skonfrontowania idei wymiaru podobieństwa, w zaproponowanym przez Kandydata rozumieniu, z fenomenologicznymi analizami pojęć takich jak *obiekt samoistny*, *obiekt niesamoistny*, czy też *cecha istotowa obiektu*. Punktem wyjścia takiej refleksji może być rozprawa R. Ingardena *Spór o istnienie świata. T. 1 - Ontologia egzystencjalna*. PWN, Warszawa 1987), w której znaleźć można interesujący wgląd w naturę wielowymiarowego doświadczenia obiektu, w wielu miejscach korespondujący z teoretycznymi założeniami postulowanej wielowymiarowej dekompozycji kategorii podobieństwa obiektów.

5 Uwagi o charakterze redakcyjnym

Strona redakcyjna ocenianej rozprawy pozostaje bez zastrzeżeń. Niewielkie błędy redakcyjne nie mają żadnego znaczenia z punktu widzenia możliwości jednoznacznego odczytania sensu przeprowadzanej argumentacji.

Zastosowany przez Autora język oraz sposób narracji są właściwe dla tego typu rozpraw i pozwalają na jednoznaczne interpretowanie przekazywanych treści. Tekst rozprawy pozbawiony jest fragmentów charakteryzujących się zbyt dużą lakonicznością, wynikającą np. z zastosowania skrótów myślowych lub niekompletnego omówienia podnoszonych kwestii. Autor praktycznie w każdym miejscu zadbał o zadawalający poziom szczegółowości przekazu.

Pewne zastrzeżenie można mieć co do zasadności umieszczenia w podrozdziale 3.1 uwag ogólnych, które ze względu na ich treść stanowią raczej podsumowanie argumentacji przeprowadzonej w podrozdziale 2.1 i mogłyby stanowić część rozdziału 2. Jest to jednak kwestia marginalna z punktu widzenia merytorycznej kompletności dysertacji.

6 Konkluzja recenzji

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska mgr. inż. Pawła Szmeji zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i wykazuje wiedzę teoretyczną Autora w zakresie tematu rozprawy oraz wiedzę ogólną w powiązanych z tematem rozprawy obszarach informatyki technicznej, a także dowodzi umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy badawczej i badawczo-rozwojowej.

W konkluzji stwierdzam, że rozprawa spełnia kryteria zwyczajowe oraz kryteria for-

malne, określone w obowiązujących aktualnie przepisach prawa, określające zasady nadawania stopni naukowych w dziedzinie *nauki inżynieryjno-techniczne* i dyscyplinie *informatyka techniczna i telekomunikacja*, oraz popieram wnioszek o dopuszczenie przedmiotowej dysertacji do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "P. Komunik", is positioned in the upper right area of the page.